

csoljuk biológiai ismereteinket a fizika törvényeivel. Érdekes „nyitott szemmel” járni a természetben, s a látottakkal kapcsolatban minél több kérdést feltenni. Ha elgondolkodunk a válaszon, szükségesnek érezzük, hogy minden ismeretünket – függetlenül attól, hogy hol és mikor szereztük azokat – számba vegyük ahhoz, hogy az egységes természet tényeit megértsük.

Jegyzet

(1) Papp Katalin (2001): Ami a számszerű eredmé-

nyek mögött van...”. *Fizikai Szemle*, 51. 26–34

(2) Lundsgaard, H.: *Mathematics of a Nautilus Shell*. www.mat.dtu.dk/persons/Hans..._Lundsgaard

(3) Knott, R.: *Fibonacci Numbers and Nature*. www.mcs.surrey.ac.uk/personal/R.Knott

(4) Stewart, Ian (1995): *A természet számai*. Világ-Egyetem, Kulturtrade Kiadó, Budapest.

(5) Weyl, Herman (1982): *Szimmetria*. Gondolat Kiadó, Budapest.

(6) Greguss Ferenc (1976): *Eleven találmányok*. Móra Könyvkiadó, Budapest.

Rajkovits Zsuzsanna

A kémiai fogalmak természete

Számos felmérés és attitűdvizsgálat bizonyítja, hogy a kémiát a tanulók nehéznek találják, és nem szeretik. Az okok között szokták emlegetni a tanulókísérletek háttérbe szorulását, a tananyag túlzottan elméleti és tudományos jellegét, eltávolodását a napi alkalmazásoktól. Újabban azonban egyre több szó esik arról, hogy a nehézségek egyik okát a kémia sajátos, sok szempontból a többi természettudományos tárgyétól eltérő fogalomrendszerében kell keresni.

Az elmúlt évtizedek kutatásai mutatnak rá, hogy a kémia tanítása és tanulása során feltétlenül tekintettel kell lennünk a kémiai fogalmaknak a következő sajátosságaira (Taber, 2001a, 2001b):

- a kémiai fogalmak többsége az ún. tudományos vagy szabályok által meghatározott fogalmak körébe tartozik;

- a kémiai fogalmaknak általában többszintű (makroszintű, szubmikro- vagy részecskeszintű és szimbólumszintű) jelentése van;

- számos kémiai fogalom jelentése megváltozott a kémia fejlődése során, de az eredeti jelentéshez kötődő elnevezés megmaradt;

- a kémiai fogalmak egy része nem jól definiált, jelentése kontextus-függő;

- a kémia egész elméleti rendszerére jellemző az egymás mellett élő, egymást kiegészítő úgynevezett többszörös modellek használata.

Spontán (természetes) és szabályok által meghatározott (tudományos) fogalmak

Mint ismeretes, a természettudományos fogalmakat két nagy csoportra oszthatjuk: spontán vagy természetes fogalmakra (például: Föld, erő, élőlény, égés) és tudományos vagy szabályok által meghatározott fogalmakra (például: geoszféra, entropia, plazmolízis, oxidáció). A spontán vagy természetes fogalmakkal az ember a mindennapi életben találkozik először, ezzel szemben a tudományos vagy szabályok által létrehozott fogalmakat elsősorban az iskolai oktatás során ismerjük meg. Az előbbiek ilyen módon szerves részét képezik életünknek, míg az átlagember az utóbbiak ismerete nélkül is elboldogulhat az életben. (Taber, 2001a, 2001b)

Ellentétben a többi természettudománnyal, a kémia legtöbb alapvető fogalma (például kémiai és fizikai változás, ato-

mok és molekulák, elemek és vegyületek) a második csoportba tartozik, vagyis a tanulók ezeknek a fogalmaknak a többségét iskolai tanulmányaik során ismerik meg. (Taber, 2001a, 2001c)

Ennek a ténynek nagyon fontos következménye, hogy a kémiai tévképzetek és alternatív keretek elsődleges forrása maga a kémia, annak elméleti rendszere és oktatási módszere. (Taber, 2001c)

Természetesen vannak kivételek, a kémiában is találunk olyan – nem alapvető – fogalmakat, amelyekkel a tanulók az iskolai oktatást megelőzően is találkozhatnak. Ilyen fontos fogalom például az égés. A hétköznapi tapasztalatok alapján kialakult gyermeki értelmező rendszerben az égés mindig valaminek az eltűnéséhez, esetleg hamu képződéséhez vezet. Ezt a flogiszonelmélethez nagyon hasonló értelmezést kell a kémiaórán megváltoztatni. Korábban a fizika feladata volt, a kerettanterv bevezetésével azonban a kémia tárgykörébe került az anyag szerkezetével kapcsolatos részecskeszemlélet kialakítása, annak minden ismert nehézségével együtt. A kémia oktatása során nagyon sok problémát okozhat, hogy bizonyos kémiai fogalmaknak egymástól eltérő köznapi és tudományos jelentése van. Ilyen fogalmak például: csapadék, kristályvíz, sűrű, olvad, forr, vas, levegő, nejlon, szóda, só, hidrogénezés, alkohol, rács. (Tóth, 2000) Ugyanakkor az is megfigyelhető, hogy egyre több olyan kémiai fogalom jelenik meg a hétköznapi nyelvben a tömegkommunikáció, a reklámok és különböző tájékoztatók révén, amelyet korábban csak a tudomány használt (például: pH, molekula, ion, periódusos rendszer).

Többszintű értelmezés

A kémiai fogalmak másik sajátossága azok többszintű (makro-, részecske- és szimbólumszintű) értelmezése. (Tóth, 1999, 2000, 2001) Az anyagok és jelenségek háromszintű leírása, értelmezése különösen nagy gondot okoz azokban az esetekben, amelyekben a makro- és a részecskeszintű értelmezés nem esik egybe. Ez a

probléma nehezíti a kémia egyik alapfogalmának, a kémiai változás fogalmának tanítását, különösen a kémiai tanulmányok kezdetén. A kémiai változás általában új anyag keletkezésével jár. Makroszinten ezen új tulajdonságú anyag, részecskeszinten pedig új kémiai részecske (ion, molekula, atom) megjelenését értjük. Ez a kétféle értelmezés néhány esetben (például: az oldásnál) nem esik egybe. A tanulók gyakran nem érzékelik a különbséget az anyag makroszintű jellemzői és a mikroszintű jellemzők között. Ez leggyakrabban abban nyilvánul meg, hogy a halmaz tulajdonságait azonosítják a részecskék tulajdonságaival (például: „A gáz melegítés hatására kitér, mert a részecskék térfogata megnő.”, „A szén fekete színű, ezért a szénatomok is feketék.” stb.) A kémia jellemző szimbólumrendszerének (vegyjel, képlet, reakcióegyenlet) tanítását pedig megnehezíti az a tény, hogy a tankönyvek általában egyszerre vezetnek be azok makro- és részecskeszintű, illetve minőségi és mennyiségi jelentését, például: az „Fe” vegyjel jelenti a vasat, a vasatomot, 1 mól vasat, 56 g vasat, $6 \cdot 10^{23}$ darab vasatomot. (Tóth, 1999, 2000, 2001)

Eredeti elnevezés – megváltozott jelentés

A legtöbb kémiai fogalom jelentése a tudomány fejlődése során megváltozott, de az elnevezés, amely továbbra is az eredeti, általában a makroszintű értelmezéshez kötődik, megmaradt. Ilyen fogalmak például: az elemek periódusos rendszere, az oxidáció, a relatív atomtömeg, a homogén reakció, az aromás vegyület, a sav, az optikai izomer, a szénhidrát. (Tóth, 2000, 2001)

Ez a tény két problémát vet fel. Az egyik, hogy az elnevezés gyakran megtévesztő lehet. Például nagyon sok diák azt hiszi, hogy a redoxireakciókban mindig valamilyen oxigéntartalmú anyagnak kell szerepelnie. A másik kérdés, amelyet tisztázni kell, hogy a sokféle jelentés közül melyiket célszerű tanítani. (Tóth, 2001) Ezek között a megváltozott jelentésű fogalmak között vannak olyanok, amelyek